

**Revisión crítica de las limitaciones y sesgos del análisis económico
convencional de las políticas de cambio climático.
Hacia un análisis coherente con el desarrollo sostenible***

Emilio Padilla Rosa[†]

RESUMEN

En el presente trabajo se ponen de manifiesto los numerosos problemas del análisis económico convencional en la evaluación de las políticas de mitigación del cambio climático causado antropogénicamente. Tras señalar las principales características del fenómeno, se destacan las muchas limitaciones, arbitrariedades y omisiones que han caracterizado a la mayoría de modelos aplicados hasta el momento. Éstas actúan de forma casi abrumadora sesgando el resultado hacia la recomendación de una menor agresividad en las políticas de mitigación. En consecuencia, se cuestiona que los resultados obtenidos por los modelos convencionales de evaluación den una respuesta adecuada al problema. A continuación, se señalan algunos de los puntos que deberían tenerse en cuenta para realizar un análisis de las políticas de mitigación coherente con el desarrollo sostenible. Finalmente, se recogen las principales conclusiones del trabajo.

Palabras clave: cambio climático, control de emisiones, evaluación de políticas, desarrollo sostenible, limitaciones del análisis convencional.

* El autor desea agradecer los comentarios y sugerencias de los profesores Federico Aguilera, Vicent Alcántara, Jeroen C.J.M. van den Bergh, Joan Pasqual y Jordi Roca, así como el soporte financiero de los proyectos BEC2000-415 y SGR99-107.

[†] Departamento de Economía Aplicada, Universitat Autònoma de Barcelona. Edificio B, 08193 Bellaterra.
E-mail: Emilio.padilla@uab.es

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la aparición de problemas ambientales globales como el calentamiento del planeta y la reducción de la capa de ozono ha generado una preocupación medioambiental sin precedentes. Paralelamente, se ha hecho patente que el análisis económico convencional y los métodos de evaluación y gestión que prescribe no son capaces de aportar una respuesta adecuada.

Una particularidad de estos problemas es que las consecuencias para cada país no dependen de su contribución individual sino del deterioro global. Otra es que sus efectos son muy duraderos, cuando no irreversibles, de forma que afectan a generaciones distintas a las que causan el fenómeno. Por último, la complejidad de los procesos alterados hace que se dé una gran incertidumbre en torno a qué impactos se darán y cuales serán sus consecuencias. Estas características, junto con el acceso libre a un medio ambiente compartido por todos, individuos presentes y futuros, provocan que no se den los incentivos necesarios para una gestión adecuada.¹ En resumen, estamos ante problemas de externalidades, de magnitud desconocida, causadas sobre bienes que tienen características de bien público a escala global y a nivel intra e intergeneracional. En este contexto, las recetas típicas al problema de externalidades no representan una solución.²

En cuanto a la capa de ozono, la enorme diferencia entre la magnitud del impacto negativo que causa su degradación y lo barato que resulta sustituir los productos responsables de las emisiones nocivas ha facilitado la firma de acuerdos internacionales que han llevado a reducir las emisiones.³ Lamentablemente, su efecto sobre las concentraciones atmosféricas tardará años en reflejarse debido a la permanencia que los gases destructores del ozono tienen en la atmósfera, y más tiempo aún tardará el ozono en recuperarse.

En el presente trabajo se centra la atención en el problema del cambio climático, cuya solución se presenta mucho más problemática que la de la capa de ozono debido a la importante magnitud económica de las medidas que permitirían aliviar el problema. La preocupación que ha generado la intensificación del efecto invernadero se ha visto

¹ Habitualmente se identifica este problema con '*la tragedia de los comunes*', descrita por Hardin (1968). Esta denominación no sería del todo correcta, ya que la gestión comunitaria de bienes públicos funciona adecuadamente en muchos casos. El problema es más bien el del 'acceso libre' (Pearce, 1999, p. 490), donde no existe gestión alguna que limite el uso de los recursos. Aguilera Klink (1992) analiza los múltiples errores del texto de Hardin en su artículo "*El fin de la tragedia de los comunes*".

² Estas recetas están diseñadas para alcanzar la eficiencia económica mediante la internalización de externalidades que afectan a generaciones presentes, en las que está claro quienes son las partes implicadas, no existe incertidumbre sobre las valoraciones implicadas y éstas se pueden expresar en términos monetarios.

reflejada en la celebración de numerosas conferencias internacionales.⁴ El resultado más visible ha sido el compromiso de reducción de emisiones establecido por el Protocolo de Kyoto en 1997.⁵ Éste se vio empañado por la incapacidad de llegar a un acuerdo para hacer operativo el protocolo en la macro conferencia de La Haya en 2000 (donde participaron 184 países y más de 6000 delegados sin obtener resultado alguno), además de por la posterior negativa de Estados Unidos (responsable directo de más de la cuarta parte de emisiones globales) a respetar lo acordado en Kyoto y su nefasto plan energético.⁶ Finalmente, en Bonn 2001 se ha llegado a un acuerdo en el que, pese a suavizar notablemente lo acordado en Kyoto, no se ha podido incluir al principal responsable del problema.⁷ La preocupación está más que justificada si se tiene presente la mayor inestabilidad climática y los desastres naturales experimentados en la última década que se han relacionado con el cambio climático, como el huracán Mitch en 1998 o las inundaciones de Venezuela en 1999, por poner sólo algunos ejemplos recientes.⁸ Aumento en la frecuencia de desastres naturales que hace ver con gran inquietud la evolución climática en el futuro.

No obstante, el análisis económico convencional no ha sabido estar a la altura de esta preocupación, sino que más bien se ha utilizado para legitimar y dar una justificación ‘científica’ a la no-regulación pública y la libre actuación del sector energético, como se verá a continuación.

El trabajo se organiza de la siguiente forma. En primer lugar se explica brevemente el funcionamiento del efecto invernadero, sus incertidumbres, consecuencias sobre el

³ Como el convenio de Viena 1985 y el Protocolo de Montreal 1987 que regulan las sustancias que perjudican el ozono.

⁴ Primera Conferencia Mundial sobre el Clima en 1979; conferencias de Toronto en 1988, la Haya y Noordwijk en 1989, Bergen en 1990; Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima en 1990 en Ginebra; Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo de Río (‘Cumbre de la Tierra’) en 1992, donde 155 países estamparon su firma aceptando el Convenio Marco adoptado en Nueva York en 1992; Segunda conferencia de las partes en Berlín 1995; Protocolo de Kyoto en 1997 (tercera conferencia de las partes). Cuarta conferencia de las partes en Buenos Aires, 1998; La Haya 2000 y, finalmente, Bonn y Marrakech en 2001.

⁵ El Protocolo de Kyoto implicaba una reducción de emisiones en 2008-2012 del 5,2% respecto el nivel de 1990 en los países industrializados. La reducción acordada para Japón era del 6%, para Estados Unidos del 7% y para la Unión Europea del 8%. En España el acuerdo suponía un límite al crecimiento de emisiones del 15%, aunque en 2000 ya habían aumentado muy por encima. Para entrar en funcionamiento debía ser ratificado por 55 países que sumen al menos el 55% de las emisiones mundiales y además se debía establecer un plan de aplicación.

⁶ Nefasto para el medio ambiente, que no para las poderosas compañías del sector energético que financiaron la campaña del sr. Bush.

⁷ La consideración de los sumideros ha dejado el compromiso de reducción en un 1’8%. También se ha eliminado, prácticamente, la mención a la aplicación de sanciones.

⁸ En el caso del Caribe, los desastres se han ligado la intensificación del fenómeno climático ‘El Niño’ (corriente oceánica de la costa de Chile).

clima, así como los impactos del cambio climático sobre los sistemas ecológico y socioeconómico. En los siguientes apartados se estudian los problemas del análisis convencional y los sesgos, arbitrariedades y omisiones que se han introducido en el estudio de las políticas a aplicar en el problema del cambio climático. Finalmente, se señalan algunos de los puntos que se deberían mejorar para realizar un análisis del cambio climático global coherente con el desarrollo sostenible.

2. EFECTO INVERNADERO, CALENTAMIENTO GLOBAL Y CAMBIO CLIMÁTICO

El calentamiento del planeta y el consiguiente cambio climático mundial se producen por el llamado efecto invernadero. Este fenómeno se origina de forma natural, provocado por una serie de gases presentes en la atmósfera, y es el responsable de que disfrutemos de temperaturas que hacen habitable la Tierra.⁹ El problema surge a causa de que la actividad humana ha acelerado la acumulación de estos gases y, como consecuencia, el proceso de calentamiento también se ha acelerado.¹⁰

2.1. Funcionamiento del efecto invernadero

El sol irradia continuamente energía. Parte de la radiación solar que llega hasta la Tierra es parada por la atmósfera, mientras que otra parte la traspasa y llega hasta la superficie. La radiación entrante calienta la Tierra, provocando que ésta irradie energía térmica en forma de rayos infrarrojos.¹¹ Mientras la absorción es mayor que la radiación saliente, la superficie terrestre sigue calentándose, hasta que llega un punto en que la intensidad de la radiación térmica saliente alcanza el nivel de la radiación solar absorbida. Algunos gases de la atmósfera son transparentes a la luz solar y opacos a la radiación infrarroja reflejada por la Tierra, de manera que bloquean su salida y provocan el calentamiento de la atmósfera. Este calentamiento intensifica la radiación térmica saliente hasta que alcanza el nivel de la energía solar entrante y se consigue un nuevo equilibrio a una temperatura superior a la inicial. Los gases con estas características son los denominados gases de efecto invernadero. Los más importantes son el dióxido de carbono

⁹ Sin la presencia de estos gases la temperatura promedio de la superficie terrestre sería de -17°C .

¹⁰ El efecto invernadero fue teorizado en 1896 por el químico sueco Svante Arrhenius. En Schelling (1992), Hernández Álvarez (1999), o Ramos (1999) se pueden encontrar explicaciones sencillas del fenómeno.

¹¹ Los infrarrojos reflejados tienen una longitud de onda más baja que la radiación entrante. En términos de energía, del flujo de radiación que llega a la superficie de la atmósfera, la radiación ultravioleta contribuye en un 6,5%, la visible un 48% mientras que la infrarroja representa el 45,6% de la radiación total (Hernández Álvarez, 1999).

(CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), clorofluorocarbonos (CFCs), hidrofluorocarbonos (HFCs), pentafluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre (SF₆), siendo el primero el que, con diferencia, ha tenido mayor responsabilidad.¹² Las emisiones antropogénicas de estos gases han provocado una fuerte intensificación del efecto invernadero que está acelerando el ritmo de calentamiento del planeta.¹³ En su mayor parte éstas son debidas a la quema de combustibles fósiles para la obtención de energía, siendo las centrales térmicas generadoras de energía eléctrica y el transporte algunos de los principales focos emisores.

2.2. Incertidumbres asociadas al cambio climático

En torno al problema del cambio climático se dan incertidumbres no manejables con los métodos habituales de gestión de riesgo. Bajo ciertas condiciones (riesgos determinados exógenamente y certeza sobre los diferentes resultados posibles y sus respectivas probabilidades) los métodos convencionales pueden conducir a una asignación eficiente en presencia de riesgo. No obstante, estas condiciones no se dan en el caso que se considera aquí.¹⁴ Los riesgos en torno al cambio climático son poco entendidos y además dependen de las actuaciones que lleven a cabo los humanos.

Existen incertidumbres e ignorancia sobre cuestiones básicas. Para empezar está la dificultad de medir con exactitud el nivel de emisiones y, peor aún, de hacer previsiones sobre las concentraciones futuras. En segundo lugar, no es posible saber con certeza cuál será la magnitud del efecto invernadero en los próximos años o traducir un aumento de emisiones o concentraciones en un aumento de la temperatura media. Se dan gran cantidad de interacciones que hacen muy complejo el estudio de la relación entre emisiones y calentamiento.¹⁵ En tercer lugar, aun suponiendo un determinado aumento de la temperatura promedio, existe una gran incertidumbre sobre cuál sería el impacto climático

¹² Según el IPCC (2001a) entre 1750 y 2000 la contribución del CO₂ habría sido del 60%, la del CH₄ del 19,8%, la de los CFCs del 14% y la del N₂O del 6,2%, medido en términos de fuerza de irradiación (*radiative forcing*).

¹³ La concentración de CO₂ ha aumentado un 31% entre 1750 y 2000, de 280 a 366,8 ppm. Los escenarios de emisiones del IPCC (2000) prevén una concentración de entre 490 y 1200 ppm al final de este siglo.

¹⁴ Chichilnisky y Heal (1993) argumentan que las instituciones internacionales podrían asegurar hasta cierto punto ante estos riesgos, en el sentido de que los países que perciban menos riesgos pueden asegurar a otros. Sin embargo, esta solución no sería muy satisfactoria en caso de que el desastre afectara a todos, o si el país que percibe pocos riesgos se equivoca y no es capaz de afrontar el pago.

¹⁵ De las emisiones de CO₂ emitidas cada año se estima que aproximadamente la mitad son absorbidas por los sumideros naturales en los años posteriores (entre 10 y 30 años); la otra mitad contribuye a incrementar la concentración existente. Mientras que el CO₂ no causa efectos secundarios, otros gases de efecto invernadero más inestables originan diversas reacciones químicas (causando problemas como la destrucción del ozono, la lluvia ácida o la creación de ozono troposférico) de forma que su efecto final sobre el calentamiento global es

en las diferentes regiones del planeta. En cuarto lugar está la dificultad de identificar y estimar la magnitud de los impactos que el cambio climático puede producir en el medio ambiente y en el bienestar humano. Aquí la dificultad es, si cabe, aún mayor que en los otros puntos, para empezar no se sabe cómo será la sociedad que padecerá las secuelas. Por último, los problemas de incertidumbre persisten cuando se intenta estimar (en términos monetarios) qué sacrificio comportaría un mayor control de emisiones. En cada una de estas etapas se hace necesaria la colaboración de especialistas de múltiples disciplinas de las ciencias sociales y naturales. En el caso del calentamiento global se hace patente, más que en ningún otro, que la gestión de un desarrollo sostenible es una tarea interdisciplinaria que requiere de distintos lenguajes y a la cuál no se puede dar una respuesta 'óptima' utilizando únicamente la terminología de una ciencia aislada.

2.3. Calentamiento global y cambio climático

Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2001a) la temperatura media de la superficie terrestre ha aumentado alrededor de 0,6°C desde 1861 (primer año para el que se dispone de datos). Se estima que el aumento en los últimos 10000 años ha sido de un grado centígrado, siendo el ritmo de calentamiento constante hasta las últimas décadas del siglo XX en que se ha acelerado hasta llegar a 0,15°C de aumento por década. Los 90 y 1998 han sido respectivamente la década y el año más calurosos del siglo.

El IPCC ha estimado que la temperatura media podría aumentar entre 1,4 y 5,8°C entre 1990 y el final del siglo XXI. Las sucesivas previsiones del IPCC han ido confirmando las perspectivas más pesimistas (la anterior estimación del IPCC (1996) era de un incremento entre 1,0 y 3,5°C). Este aumento supondría un calentamiento sin precedentes en la historia de la humanidad, provocando, entre otros fenómenos, una elevación del nivel del mar de entre 0,09 y 0,88 metros (margen calculado sin tener en cuenta la posibilidad de fenómenos extremos, como el deshielo de los casquetes polares).

Pero, aunque con frecuencia se habla del calentamiento del planeta, éste no es en sí el problema más preocupante. Al fin y al cabo, un aumento de la temperatura promedio sin más podría ser considerado beneficioso por mucha gente en las zonas frías al implicar inviernos menos duros. El verdadero problema son las anomalías y cambios climáticos asociados que puedan experimentarse en las diferentes regiones del planeta. El resultado de un calentamiento global puede ser de más calor o más frío, más lluvias o más sequías

mucho más difícil de determinar.

según las zonas y en general el de una mayor inestabilidad climática, con más frecuencia de desastres naturales como huracanes, sequías o inundaciones. La relación entre calentamiento promedio y cambio climático es una relación muy compleja. No obstante, el aumento de temperatura media puede servir perfectamente como un indicador de la gravedad del problema, ya que a mayor calentamiento mayores serán las alteraciones climáticas, aunque nada indica que esta relación sea lineal.

2.4. Impactos del cambio climático

No es posible saber con certeza cuáles serán los impactos del cambio climático. Algunos de los que se enumeran habitualmente son: costes en agricultura, pérdida de biodiversidad y masa forestal, elevación del nivel del mar, enfermedades, costes energéticos, costes por migraciones, desastres naturales, pérdidas en actividades recreativas y problemas de suministro de agua.¹⁶

Existe incertidumbre sobre la distribución territorial de los impactos del cambio climático.¹⁷ Algunos efectos como la elevación del nivel del mar y las inundaciones afectarán más gravemente a las islas y las zonas costeras. Además, la acentuación de la presión climática en áreas críticas hace más factibles las catástrofes y anomalías climáticas. En concreto, la frecuencia de tifones y huracanes tenderá a aumentar en las zonas próximas a las aguas más cálidas (caso del Caribe, suroeste del Pacífico y sureste asiático).¹⁸ Esta previsión parece verse confirmada por alguno de los desastres climáticos más dramáticos de la última década. En cuanto a la Península Ibérica, se prevén mayores problemas en el abastecimiento de agua debido a menores precipitaciones y una mayor desertificación.

En el estudio del cambio climático se han elaborado diversos modelos de análisis integrado, con distinto grado de complejidad, intentando incorporar las interrelaciones entre clima y economía. Se puede encontrar una revisión de los modelos que se han utilizado en Rotmans *et al.* (1998), Weyant (1997) y Tol y Fankhauser (1997), mientras que en Schneider (1997) se analizan los juicios de valor de cada enfoque. Mediante estos modelos se han realizado estimaciones en términos monetarios de los efectos del cambio climático global, así como de las políticas de control de emisiones. En general, los

¹⁶ Algunos ejemplos de los impactos que ya se están dejando notar son la desaparición de los glaciares, las nieves del Kilimanjaro (que se espera desaparezcan en 15 años), mayores sequías, o la disminución de las especies en algunas zonas.

¹⁷ Si el calentamiento es pequeño los impactos podrían ser localmente positivos en algunas zonas. P.ej. mayor disponibilidad de agua, mejores cosechas o menores problemas de salud por inviernos menos fríos.

¹⁸ Emanuel (1987) establece una relación exponencial entre el número de huracanes y el cambio de temperatura.

resultados indican que en los países ricos un calentamiento pequeño no tendría un impacto económico importante, mientras que las pérdidas aumentarían con mayores niveles de calentamiento.¹⁹ En todo caso afectaría a la agricultura, la cual representa un porcentaje muy pequeño del PIB. No es el caso de los países pobres, donde la importancia de las actividades que podrían verse afectadas por el cambio climático es mucho mayor, especialmente la producción de alimento.²⁰ Cualquier nivel de calentamiento provocará pérdidas en la mayoría de países pobres, siendo éstas mayores cuanto mayor sea el calentamiento. Estos impactos aumentarían la desigualdad, debido en parte a la menor capacidad de adaptación y la mayor vulnerabilidad de los países pobres. En algunos casos, el impacto local podría ser catastrófico. En conjunto, se calcula que el PIB global cambiaría poco con aumentos pequeños de temperatura mientras que las pérdidas netas incrementarían con aumentos más grandes (IPCC, 2001b). En cualquiera de los casos, los seres humanos perjudicados serían muchos más que los beneficiados. No obstante, las diferencias en el grado de impacto en las distintas zonas provoca graves problemas en la búsqueda de soluciones al problema del calentamiento global, ya que acentúan los incentivos a comportarse de forma oportunista (problema del *'free-rider'* o pasajero sin billete) causados por las características de bien público global del control de emisiones.

Existe la posibilidad de que se den una serie de impactos extremos como la disminución de la circulación oceánica, el deshielo de los casquetes polares, un calentamiento acelerado debido a efectos retroalimentados del ciclo del carbono en la biosfera terrestre o la liberación de bolsas de carbono y metano. En caso de ocurrir, sus efectos serían de gran magnitud e irreversibles a largo plazo (IPCC, 2001b). La probabilidad de estos fenómenos depende de la velocidad, magnitud y duración del cambio climático, aunque no es muy conocida. En el análisis habitual simplemente se asume que es mínima o, más frecuentemente aún, se ignora.

En cuanto al gasto necesario para hacer un importante control de emisiones, según la mayoría de cálculos estaría en torno al 2% anual del PIB global.²¹ Como afirma

¹⁹ P. ej. Mendelsohn *et al.* (1994) estiman pocos daños para Estados Unidos, debido a la sustitución de cultivos afectados por cosechas de mayor valor.

²⁰ Rosenzweig y Parry (1994) concluyen que en los países industrializados la adaptabilidad es más grande, mientras que las oportunidades limitadas de los agricultores en los países pobres les hacen más susceptibles de cargar la peor parte. Por otro lado, a mayor aumento de población mayor gravedad del problema.

²¹ No obstante, algunos estudios, NAS (1991; p. 73), indican que "*Los Estados Unidos podrían reducir o compensar sus emisiones de gases de efecto invernadero entre un 10 y un 40 por ciento respecto a los niveles de 1990 a bajo coste o con ahorro neto, si las políticas apropiadas son implementadas*". (Sin contabilizar los CFCs la reducción era 0-30%). Existen tecnologías como paneles solares, motores eléctricos, ventanas dobles, maquinaria con combustión interna mejorada. Por diversas razones no se han comercializado con éxito. Existen poderosos intereses económicos particulares en juego que lo hacen muy difícil. Además de que

Schelling (1992), éste únicamente “*pospone el PIB de 2050 a 2051*” (p. 8).²² No obstante, en general, las recomendaciones de los modelos empleados tienden a sugerir que no es rentable llevar a cabo acciones para mitigar el cambio climático, o que en todo caso éstas deben ser muy limitadas. Tanto en los modelos basados en el análisis coste-beneficio como los que buscan las sendas coste-efectivas de disminución de emisiones para llegar a niveles de concentración atmosférica determinados previamente, el resultado es el de recomendar una muy escasa o nula actuación en el corto plazo. El análisis económico parece concluir que no existe la necesidad de una política climática seria (p.ej. Manne y Richels, 1992, 1999; Nordhaus 1993, 1994; Peck y Teisberg, 1992, 1994, 1999; Manne, *et al.*, 1995; Nordhaus y Yang, 1996; Chakravorty *et al.*, 1997; Nordhaus y Boyer, 1999; Hamaide y Boland, 2000). No obstante, como se verá a continuación, las estimaciones realizadas con estos modelos y sus consiguientes prescripciones cuentan con muchas limitaciones, sesgos y omisiones que cuestionan seriamente la validez de sus resultados.

3. PROBLEMAS DEL ANÁLISIS CONVENCIONAL APLICADO AL CAMBIO CLIMÁTICO

Buena parte de los modelos utilizados se basan en los instrumentos económicos tradicionales como el análisis coste-beneficio (p.ej. Nordhaus *et al.*, varios años; Peck y Teisberg, 1992; Manne *et al.*, 1995). Pero el análisis económico convencional cuenta con una serie de problemas que lo hacen inapropiado para obtener soluciones adecuadas al problema del cambio climático. De hecho, en este caso se ponen de manifiesto como en ningún otro sus limitaciones en el tratamiento de problemas (intergeneracionales) globales, así como su pretensión de obtener soluciones ‘óptimas’ y libres de juicios de valor.²³

Por otro lado, también se han elaborado diversos modelos que buscan las sendas coste-efectivas de reducción de emisiones para alcanzar metas específicas de emisiones o de concentraciones atmosféricas. Estos modelos, pese a no ser tan pretenciosos como los

la implementación de nuevas tecnologías conlleva algunas inercias y necesita de cierto tiempo (Grubb, 1997).

²² Weyant (1993) concluye que el coste de un programa de control de emisiones a largo plazo para limitarlas al nivel de 1990 (unos 6000 millones de toneladas métricas) es aproximadamente un 2,5% del PIB mundial del año 2043, 1% arriba o abajo. En gran parte de los estudios se acostumbra a identificar un objetivo razonable con retrasar la fecha en que se doblen las concentraciones de CO₂ en unos 40 años respecto a si no se tomara ningún tipo de medidas. Los costes estimados de esta reducción (siempre tomando como punto de partida la economía de los países ricos o sólo la de Estados Unidos) son un 2% del PIB (a perpetuidad). El coste para los países ricos sería de un 4% en caso de que se subvencionara a los pobres el paso a tecnologías limpias (Schelling, 1992).

²³ Como afirman Morgan *et al.* (1999) “*muchas cuestiones en el cambio global implican escalas temporales, espaciales y sociopolíticas mucho más amplias de las que tienen los análisis económicos y políticos tradicionales. En tales casos, la aplicación de los instrumentos convencionales de forma acritica puede violar los supuestos en que se basan y llevar a resultados sin sentido o erróneos...*” (p. 271).

análisis coste-beneficio globales, mantienen buena parte de las limitaciones del análisis convencional, además de que la mayoría también incorporan fuertes sesgos en supuestos críticos para sus resultados, lo que limita su capacidad de dar respuestas adecuadas.

En el presente apartado se estudian las limitaciones de las herramientas del análisis convencional en el tratamiento del problema del cambio climático, mientras que en el siguiente se señalan las arbitrariedades de muchos supuestos habitualmente utilizados. Estas cuestiones resultan críticas y explican en buena parte los resultados de la mayor parte de modelos empleados.

3.1. El descuento de los impactos del cambio climático

Parte de las controversias en torno a los modelos empleados en el cambio climático se han centrado en la elección de la tasa de descuento.²⁴ La tasa de descuento social (s) en estos modelos generalmente se expresa con la llamada fórmula de Ramsey:

$$s = \rho + \eta g$$

donde ρ es la tasa de preferencia temporal pura, η es la elasticidad de la utilidad marginal (valor absoluto) y g es la tasa de crecimiento del consumo per cápita. Es decir, se descuenta por impaciencia y por la creencia de que en el futuro se será más rico.

El análisis convencional utiliza el descuento temporal de la sociedad actual para descontar todos los costes y beneficios que se darán en el futuro, como si cualquier impacto futuro recayera sobre los individuos presentes. En general, los modelos de optimización empleados para calcular los niveles ‘óptimos’ de emisión o las sendas coste-efectivas para estabilizar las concentraciones consideran a toda la humanidad como si fuera un único agente inmortal.²⁵

Sin entrar, de momento, a valorar cuestiones de equidad, parece claro que los supuestos irreales en que se basa el descuento convencional no pueden conducir a una asignación coherente con las preferencias de los individuos. Se descuenta el consumo de los ciudadanos futuros con una tasa que muestra la impaciencia en el consumo propio de la sociedad actual, cuando lo coherente sería considerar las preferencias respecto al bienestar de las generaciones futuras que sufrirán el cambio climático. Se trata de cómo valoramos este bienestar y no de qué queremos ahorrar para consumir nosotros en el futuro. En todo

²⁴ P. ej. las diferentes tasas de descuento utilizadas explicarían en parte el menor control recomendado por Nordhaus (1994) respecto al análisis de Cline (1992). Mientras el primero utiliza la preferencia temporal y la utilidad marginal del consumo (aplicando un descuento similar al del mercado), el segundo únicamente considera adecuado utilizar el argumento de la utilidad marginal decreciente del consumo.

caso debería aplicarse una ponderación intergeneracional que reflejara adecuadamente estas preferencias (Padilla, 2001). Además, si se utiliza un descuento por encima de la tasa de crecimiento de la economía, se puede llegar al resultado de que el coste actual de un mayor control de emisiones expresado en valor futuro sea mayor que todo el PIB futuro (Rabl, 1996). Decidir no hacer nada desde un principio sería más barato y sincero que utilizar este artefacto.

El argumento de la utilidad marginal decreciente del consumo también es controvertido. Aplicar un alto descuento por una supuesta prosperidad futura podría llevar a comprometer esta prosperidad al restar importancia a los impactos futuros del cambio climático. Además, en muchos de los modelos aplicados al cambio climático se extrapolan las tasas de crecimiento futuras a partir del comportamiento pasado, sin considerar los efectos negativos de este crecimiento sobre el medio ambiente. Si éstos se tuvieran en cuenta, las estimaciones de crecimiento futuro serían mucho menos optimistas. En todo caso, si se aplica un descuento a los individuos futuros porque se piensa que serán más ricos, este mismo razonamiento justificaría que se ponderen los impactos sobre los individuos presentes en función de su riqueza, lo que rara vez se hace.²⁶ De hecho, no poner estas ponderaciones está tan cargado de juicios de valor como ponerlas por motivos de equidad.²⁷ Los modelos empleados suponen que los individuos del futuro serán más ricos, lo que conduce a que no sea ‘rentable’ hacer esfuerzos en el presente para disminuir las emisiones que afectarán a tales afortunados (con una utilidad marginal del consumo mucho menor).²⁸ Este argumento ignora el hecho de que los países que están provocando el problema son los países más ricos, mientras que los que sufrirán (y ya sufren actualmente) con más crudeza sus efectos son los más desfavorecidos de los países pobres. Es, cuanto menos, dudoso que los pobres del futuro estén en unas condiciones mucho más favorables que los ricos del presente, y más aún si se permite que el cambio climático tenga efectos devastadores en sus sistemas ecológicos y socioeconómicos. Si se utilizara

²⁵ P. ej. Nordhaus (1993) maximiza la integral en el tiempo de la utilidad agregada del consumo *ad infinitum* de este agente inmortal.

²⁶ Azar (1999) introduce ponderaciones por equidad para encontrar el nivel de emisiones ‘óptimo’ y muestra que si se valora la pérdida de una vida en un país pobre con el mismo valor monetario que en uno rico, el resultado es de una mayor reducción en los países ricos y global respecto a los modelos convencionales. El problema con otros procedimientos de ponderación que se han aplicado es que consideran que en el presente los costes de reducción también corren a cargo de los pobres.

²⁷ Asumir que un euro tiene el mismo valor social tanto si es disfrutado por un rico como si es disfrutado por un pobre está tan cargado de juicios de valor como poner cualquier otra ponderación.

²⁸ Según Schelling (1995), si en el futuro todos están mejor, la utilidad marginal más grande será la de los pobres del presente y lo más eficiente sería aumentar su estándar de vida; además, seguro que ellos prefieren que este dinero se invierta en su desarrollo actual. Neumayer (1999) argumenta que un menor descuento sería inconsistente con la equidad intergeneracional, ya que opina que el futuro siempre será más rico.

coherentemente el argumento de la utilidad marginal, al comparar costes y beneficios se debería tener en cuenta que la hipotética renuncia a un mayor crecimiento que puede suponer un mayor control de emisiones debería correr a cargo de los más ricos (principales emisores), mientras que la reducción del cambio climático facilitaría que no empeorasen las condiciones de vida de los países pobres. De hecho, el cambio climático está afectando ya a los pobres del presente con una mayor frecuencia de anomalías y desastres climáticos (como las decenas de miles de muertos que causó el huracán Mitch), lo que nos advierte de la urgencia de tomar medidas al respecto.

Desde luego, parece claro que en el problema del cambio climático lo que no se puede justificar mediante el argumento de la utilidad marginal, ni con el de la preferencia temporal pura, es aplicar un descuento constante en el tiempo, como si los responsables y los afectados fueran los mismos individuos que cada vez son más ricos. En el análisis de políticas y proyectos hay que distinguir entre los proyectos ordinarios o a corto plazo, que afectan a los individuos o generaciones que toman las decisiones, de los problemas que afectan a las condiciones de vida de personas que no participan en el proceso de decisión, donde no sería adecuada la aplicación del descuento convencional, como es claramente el caso del cambio climático (Padilla, 2002).

3.2. El criterio de compensación de Kaldor-Hicks y los problemas de valoración

El análisis coste-beneficio convencional se basa en el criterio de compensación de Kaldor-Hicks, según el cual un proyecto es rentable socialmente si es hipotéticamente posible que los que ganan puedan compensar a los que pierden con el proyecto (criterio de Kaldor), o si no es posible que los que pierden puedan sobornar a los que ganan para que no se haga el proyecto (criterio de Hicks). Cuando el valor presente de los beneficios es mayor que el de los costes, se asume que los beneficiados pueden compensar a los perjudicados y mejorar respecto a la situación inicial (mejora potencialmente pareto-superior). Si la compensación se pagara, todos estarían mejor y se daría una ganancia neta para la sociedad (mejora pareto-superior). No obstante, que se dé o no esta compensación no es relevante para el análisis coste-beneficio, simplemente se considera que las ganancias compensan a las pérdidas, sin importar sobre quién recaen.

En evaluaciones ordinarias se puede justificar el análisis coste-beneficio sin compensación si se asume que la utilidad marginal de un euro de costes o beneficios tiene el mismo valor social (lo que es un fuerte juicio de valor). Bajo este supuesto, la maximización de beneficios netos también maximiza el beneficio social (Lind, 1997). Otra

justificación es que si hay un gran número de proyectos pequeños los impactos distributivos son neutrales y en promedio todos ganan. Como afirma Lind, la validez de estos argumentos depende del valor supuesto a la distribución inicial de la renta, si se juzga incorrecta entonces las señales dadas por el análisis coste-beneficio son incorrectas desde un punto de vista ético. En problemas globales como el cambio climático, tanto la gran magnitud de los impactos considerados como la muy desigual distribución entre beneficiados y perjudicados, invalidarían por sí solos estas justificaciones. En cualquier caso, es incorrecto hablar de resultados objetivos o libres de juicios de valor.

En el caso del cambio climático, el criterio de Kaldor-Hicks implica suponer que es posible una hipotética compensación entre individuos de ahora y de dentro de 50, 100 ó 200 años. Pero la dificultad que comporta hacer efectiva una compensación en problemas intergeneracionales es muy grande, ya que debería sostenerse un fondo de recursos durante un largo periodo de tiempo, lo que requiere el comportamiento consecuente de muchas generaciones (esta posibilidad es analizada por Lind, 1995).²⁹ En la situación actual, no existen las instituciones necesarias para garantizar que este fondo llegue a manos de quien corresponda.³⁰ Sin la creación de las instituciones adecuadas, la posibilidad práctica de hacer efectiva una compensación monetaria (o de otro tipo) por el cambio climático es inexistente, luego la lógica central del análisis coste-beneficio pierde todo sentido en el contexto intergeneracional: no es posible que los que ‘ganan’ compensen a los que ‘pierden’ (no se da un cambio potencialmente pareto-superior).

Otra cuestión es si una compensación monetaria es suficiente. Existe mucha incertidumbre al respecto, asumir de entrada que una compensación monetaria es válida requiere hacer supuestos fortísimos, como perfecta sustituibilidad e inexistencia de irreversibilidades, cuestiones que se ha visto no están nada claras en el caso del cambio climático. Las valoraciones del análisis convencional no tienen en cuenta la capacidad de asimilación limitada del medio ambiente ni su función irremplazable de sustento de la vida. En el proceso de cambio climático se pueden producir irreversibilidades, catástrofes y destruirse bienes o procesos considerados irrenunciables, inalienables y por tanto no susceptibles de ser compensados monetariamente, ni de forma alguna. Se dan además muchos factores relevantes en la toma de decisiones que es cuanto menos cuestionable que sean traducibles a las valoraciones monetarias realizadas en un mercado (sea éste real o

²⁹ Además, según Lind (1995) dada la magnitud de la compensación necesaria en el caso del cambio climático, debería darse un aumento de la inversión general en la economía mundial.

³⁰ Como afirma Rabl (1996) las instituciones financieras sólo permiten transferir dinero entre periodos no superiores a los 30 años como mucho.

hipotético). En muchas decisiones que afectan a derechos básicos, puede no aceptarse el criterio de compensación y considerarse más apropiado aplicar el criterio de inalienabilidad. Quizás sea éste el caso del cambio climático, donde las condiciones básicas de vida de las generaciones futuras se ven afectadas.³¹

En general, en los modelos utilizados, al aplicar el criterio de Kaldor-Hicks se supone que todo se puede valorar en términos monetarios, aunque en la práctica habitual sólo se tienen en cuenta de forma muy limitada los bienes y servicios que no se intercambian en mercados. Pero el supuesto de perfecta sustituibilidad entre todo tipo de bienes no está basado científicamente, sino en la fe o la voluntad de tener modelos más manejables (siendo bien pensados). El criterio de compensación supone además poner precio a las vidas humanas, lo que requiere asumir que es correcto el método para determinar su valor y que se puede comparar el sacrificio de dinero en los países ricos con las vidas de los países pobres (Azar, 2000). Lo que de nuevo supone un determinante juicio de valor.

Es más, el análisis convencional supone que los valores son conocidos, estáticos y determinados exógenamente. Es fácil valorar un cepillo de dientes, pero en el cambio climático los individuos no lo tienen tan fácil. ¿Es posible obtener un valor razonable para la extinción de la mitad de las especies? Las numerosas críticas al método de valoración contingente muestran que muchos comparten esta duda (p. ej. Fischhoff, 1991; panel de la NOAA, 1993). Los individuos no tienen valores bien articulados respecto al valor de los ecosistemas.³² Los analistas asumen que sí (y que son extrapolables) y los valores asumidos en sus estudios determinan las políticas preferidas (Lave y Dowlatabadi, 1993).

Por otro lado, existen distintas regiones, poblaciones y culturas, así como distintas generaciones, que se ven afectadas de una forma muy diferente por el cambio climático y en algunos casos valoran de forma distinta los mismos bienes; los impactos del cambio climático se ven de distinta manera según las diferentes circunstancias y estas percepciones subjetivas juegan un papel dominante en la elección de medidas políticas (Lave y Dowlatabadi, 1993). ¿A quién representan las valoraciones de los modelos? ¿Están los distintos países y culturas, en sus distintas situaciones, de acuerdo con el enfoque de utilidad global y la valoración monetaria? No parece que tenga excesivo sentido encarar el problema como si hubiera un único decisor, como los análisis que maximizan una función

³¹ Por otro lado, las decisiones de los individuos muchas veces no buscan ninguna maximización, como suponen los modelos, sino satisfacer suficientemente las necesidades (Simon, 1945).

³² Es más, las necesidades de los individuos y el valor que otorgan a las cosas van variando a lo largo del tiempo.

de utilidad *ad infinitum* (caso de e.g. Nordhaus *et al.*, varios años) sin tener en cuenta quién gana y quién pierde en el proceso de maximización.

El análisis convencional supone que los impactos son pequeños y pueden valorarse en el margen. En el caso del cambio climático se viola el supuesto de cambios marginales y el efecto ingreso en las valoraciones es importantísimo, luego el análisis coste-beneficio basado en medidas marginales, no es apropiado. El análisis coste-beneficio habitualmente utiliza la medida de la disposición al pago en vez de la disposición a aceptar (p. ej. Fankhauser, 1994; Pearce *et al.*, 1996). Existe importante evidencia empírica que demuestra, contrariando la teoría neoclásica, que ambos valores son muy diferentes, aún en el caso de pequeños efectos ingreso. En los estudios de valoración contingente el cociente entre disposición a aceptar y disposición a pagar se sitúa entre 2 y más de 10. Esto se puede explicar por distintos motivos. En el caso del cambio climático el efecto ingreso es muy importante, lo que provoca que la disposición al pago sea mucho más pequeña al valor de la compensación que aceptarían. El análisis coste-beneficio tiende a reflejar la visión de los ricos que tienen muchos más votos (euros) que los pobres. Además del efecto ingreso está el efecto dotación (Kahneman y Tversky, 1979), según el cual las pérdidas significan más que las ganancias; problema que se agrava con las magnitudes del cambio climático. La diferencia entre la disposición al pago y a aceptar puede darse también por la consideración de algunos bienes como inalienables. Estas explicaciones, y la evidencia empírica que las soporta, indican que no es correcto utilizar una medida cuando no es la planteada por el problema, y mucho menos en un problema con las magnitudes del cambio climático.

Pero el argumento convencional de Kaldor-Hicks aún tiene otro problema de mayor calado. Beneficiados y perjudicados se encuentran en distintas zonas y pertenecen a distintas generaciones.³³ Esto es particularmente grave cuando los perjudicados son a su vez los que tiene menos recursos para sobreponerse, lo que vuelve a plantear serias cuestiones éticas. ¿Quién otorga (a los ricos del presente) el derecho a destruir el medio ambiente, amparándose en que el supuesto valor monetario del mayor crecimiento económico que se pueda conseguir sea superior a la valoración que se hace del perjuicio causado sobre el futuro? Con la agravante, además, de que la cuestionable valoración monetaria del impacto futuro se penaliza mediante un descuento que, como se ha visto,

³³ Azar (2000) argumenta que el criterio de Kaldor-Hicks “*es inaceptable porque sugerir que tenemos el derecho a causar daño en la persona A para curar a las personas B y C va en contra de nuestro entendimiento básico de lo que es la libertad individual y los derechos humanos*” (p. 234).

sufre de una gran arbitrariedad. Surge la siguiente pregunta: ¿es aceptable que los países pobres deban sufrir la carga ecológica que supone el mayor desarrollo de los países ricos? Los países más afectados por el cambio climático son, con toda probabilidad, los países más pobres, mientras que los principales responsables y los únicos que tienen recursos para actuar son los países ricos. Éstos han contraído una deuda ecológica con el resto del mundo y con las generaciones futuras, ya que se han apropiado y han hecho un uso insostenible de un medio ambiente que pertenece a todos los individuos, presentes y futuros.³⁴ No se justifica, bajo ningún concepto aceptable de equidad o justicia, que los pobres deban soportar la carga del mayor desarrollo de los países ricos.

3.3. La distribución de derechos en el análisis convencional

El análisis económico convencional asume que quienes controlan los recursos pueden tomar sus decisiones sin más restricciones que la autoimpuesta búsqueda de maximizar sus beneficios o bienestar. Se parte, pues, de la premisa de que la Tierra y todos sus recursos, incluido el sistema climático, pertenecen al presente y que éste tiene el derecho a hacer con ellos lo que le plazca, incluido el derecho a destruirlos. Expresado en otras palabras, las únicas valoraciones que cuentan son las de los mercados, donde no pueden pujar las generaciones futuras ni los pobres del presente. Pero, ¿es legítimo asumir que éstos no tienen ningún derecho? ¿No es éticamente repudiable considerar que la propia existencia de las generaciones futuras dependa de las preferencias presentes expresables en mercados (reales o hipotéticos) como supone el análisis económico convencional?

Mientras que el cambio climático puede afectar gravemente a las condiciones de vida de las generaciones futuras, los modelos elaborados para estudiarlo no consideran ningún derecho al futuro. Por otro lado, los derechos de las generaciones presentes se limitan a su capacidad económica, de forma que el análisis también niega la voz a los pobres del presente. Se parte, además de suponer que existe el derecho natural a contaminar, sin necesidad, por tanto, de compensar a los que sufren las consecuencias de estas emisiones. Desde la perspectiva del análisis convencional, Hamaide y Boland (2000) pretenden superar la limitación del criterio de compensación buscando soluciones ‘pareto-

³⁴ Existe una reclamación reciente sobre esta deuda ecológica. Según la organización Acción Ecologista “*la Deuda Ecológica es la deuda acumulada por los países del Norte frente a los países del Tercer Mundo por el saqueo de sus recursos, por los daños ambientales no reparados y por la ocupación gratuita de espacio ambiental para depositar sus residuos (como son los gases con efecto invernadero)*”. Martínez Alier (1998) destaca que la deuda ecológica es fruto de la exportación mal pagada y los servicios ambientales proporcionados gratis.

superiores' (todos ganan). Su solución, que ellos denominan cooperativa, implica que los países pobres, que son los más beneficiados por las políticas de mitigación, paguen una compensación económica a China y a Estados Unidos para que éstos reduzcan sus emisiones.³⁵ A pesar de la objetividad y neutralidad de que presume el análisis convencional, es innegable que esta visión está cargada de fuertes juicios de valor que son éticamente cuestionables y políticamente inaceptables.³⁶

La compensación potencial implícita en los análisis de optimización realizados consistiría en el pago por parte de los afectados del futuro para que el presente incurra en los 'costes' de disminuir sus emisiones. Se llega al nivel óptimo de control cuando el llamado 'coste marginal' de reducir emisiones iguala al 'beneficio marginal' experimentado por las generaciones futuras, por supuesto, descontado a su valor presente. Es decir, se llega a plantear el pago hipotético de una compensación por parte de las generaciones futuras para evitar que destrocemos el sistema que permite las condiciones necesarias para la vida en el futuro. Siguiendo la idea de que cualquier control de emisiones es un coste para el presente y un beneficio para el futuro, Lind (1995) estudia la posibilidad de que las generaciones futuras paguen los costes de evitar irreversibilidades.³⁷ La compensación hipotética, además, sería desde los países pobres a los ricos, como muestra el trabajo de Hamaide y Boland (2000) antes comentado.

Pero la presentación de un problema como costes o beneficios es también relevante por otros motivos. Presentar el problema como costes del presente y beneficios del futuro puede facilitar la aprobación de políticas desfavorables al futuro ya que habitualmente un fenómeno se valora más cuando se considera como pérdida que cuando se considera como ganancia (Kahneman y Tversky, 1979). Esto puede afectar además a la tasa de descuento elegida. Como afirma Mohr (1995), la ambigüedad de la preferencia temporal según se refiera a costes o a beneficios, el hecho de que ésta disminuya con el tiempo, además de que es distinta en función de la magnitud del impacto, lleva a que según se presente el problema se pueda persuadir a los ciudadanos a estar de acuerdo con una opinión determinada. Lo peor de todo es que se pretende presentar el resultado como el 'científico'.

Existen fuertes argumentos para cuestionar la validez ética del punto de vista del análisis convencional y lo que implica aplicar el criterio convencional de compensación

³⁵ Alternativamente, se podría estudiar cuánto deberían pagar los países ricos a los pobres para que éstos aceptaran que no se llevara a cabo la mitigación.

³⁶ El resultado sería muy distinto si se considerara una situación inicial donde no hubiera derecho a contaminar y los que sufran tengan derecho a compensación (Azar, 2000).

(hipotética, o más bien inexistente) al cambio climático. En todo caso, está claro que para hacer un análisis más transparente se deberían explicitar los (más que cuestionables) juicios de valor que se esconden tras los análisis de optimización, que muy a menudo se presentan como herramientas objetivas para obtener soluciones neutras, asépticas y libres de juicios de valor.

3.4. El punto de vista del desarrollo sostenible

Recuérdese que la definición más conocida de desarrollo sostenible dice que es “...*el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.*” (WCED, 1987; p. 43). Un desarrollo coherente con esta definición implica que el presente no pueda hacer un uso de los recursos que haga peligrar las oportunidades a disfrutar por el futuro. Esto supone reconocer a las generaciones futuras el derecho a disponer de una capacidad global (ecológica y socioeconómica) no disminuida respecto a la que disfrutamos en la actualidad y, por tanto, la obligación del presente de hacer un uso de los recursos que lo permita. En otras palabras, la Tierra y sus recursos, incluido el sistema climático, no sólo pertenecerían a los ricos del presente sino a todos los individuos, presentes y futuros.

Si se adopta esta visión, el planteamiento cambia significativamente. No sería correcta la posición sesgada del análisis convencional cuando habla de los ‘costes’ que supone al presente reducir (o no aumentar demasiado) sus emisiones para que esto repercuta en unos ‘beneficios’ en las generaciones futuras. La cuestión a tratar es la limitación del crecimiento descontrolado de emisiones de gases de efecto invernadero, reconociendo el derecho de las generaciones futuras a que no se deteriore más su sistema ecológico y socioeconómico. Controlar las emisiones, renunciando a un mayor crecimiento económico a corto plazo, no es dar algo a las generaciones futuras, es dejar de quitarles algo a lo que, desde la perspectiva del desarrollo sostenible, tienen derecho. Este punto de vista supone poner en cuestión la legitimidad de actuar expropiando el derecho del futuro a un medio ambiente no deteriorado sin ni siquiera compensar por ello. También supone negar el derecho natural a contaminar que asume el análisis convencional. El presente tiene la responsabilidad de estudiar cómo afectará su actuación sobre el clima y el medio natural a disfrutar por el futuro y cuál es la forma más eficiente de cumplir con el requisito de sostenibilidad (y por tanto respetar los derechos de las generaciones futuras). Existen

³⁷ La idea es que cada generación transfiera riqueza a la anterior hasta las generaciones que ‘disfruten los beneficios’ de la prevención del cambio climático que pagarían los costes acumulados.

fuertes argumentos éticos, morales, deontológicos o contractuales para afirmar que éste sería un punto de partida mucho más adecuado para iniciar el análisis de las políticas a aplicar en el caso del cambio climático. Más adelante, en el apartado 5, se plantean algunas de las cuestiones a tener en cuenta en un análisis de las políticas en el cambio climático coherente con el desarrollo sostenible.

4. ALGUNAS LIMITACIONES, SEGOS Y OMISIONES ADICIONALES

Los resultados de los modelos empleados para analizar las políticas en el cambio climático son sensibles a supuestos sobre desarrollo económico, capacidad de adaptación, cambios en clima regional, posibilidades de sustitución, probabilidad de cambios extremos, cambio técnico y capacidad de asimilación, entre otros. Ya se ha visto que el análisis convencional implica toda una batería de supuestos cuestionables como validez del descuento, aceptación del criterio de Kaldor-Hicks, posibilidad de sustitución ilimitada (incluyendo la posibilidad de valorar todo en términos monetarios), así como negación de derechos a las generaciones futuras y los pobres del presente. No obstante, los problemas de los modelos utilizados para determinar las políticas adecuadas de control de emisiones van más allá de las limitaciones propias de la economía convencional. En general, tanto los análisis de optimización como la mayor parte de los análisis de coste-efectividad, incorporan juicios de valor, omisiones y supuestos arbitrarios sobre factores que afectan críticamente a sus resultados. Estos modelos resuelven la incapacidad práctica de incorporar la complejidad del fenómeno del cambio climático asumiendo supuestos sobre relaciones acerca de las que no existe certeza alguna. El problema es que los sesgos que se introducen van siempre en el mismo sentido: tienden a infravalorar las pérdidas y sobrestimar las ganancias económicas del cambio climático, llevando a la recomendación de escasa o nula actuación, al menos en el corto plazo.

Un primer sesgo es el relativo al nivel de crecimiento económico. Se tienden a hacer supuestos altamente optimistas sobre las virtudes del crecimiento económico. Ya se comentó anteriormente que los modelos suponen que se darán importantes tasas de crecimiento económico en el futuro, en muchos casos justificándose en el crecimiento experimentado en el pasado, sin ni siquiera tener en cuenta el impacto negativo de este crecimiento sobre el medio ambiente. Esto conduce a prescripciones contrarias a la reducción de emisiones, ya sea mediante la aplicación de un mayor descuento (por el motivo de la utilidad marginal decreciente) o mediante asumir una mayor capacidad de adaptación, considerándose menos graves los impactos provocados por el cambio

climático. En este sentido, Cline (1996) critica que el método de Nordhaus (1994) para computar costes en agricultura está sesgado hacia producir estimaciones bajas. En cambio, los modelos rara vez consideran los posibles efectos económicos positivos asociados a los instrumentos de control de emisiones, como el llamado “doble dividendo” (ver p.ej. Pearce, 1991),³⁸ o el desarrollo de nuevos sectores.

Otro sesgo es el que señalan Schultz y Kasting (1997). Los modelos de evaluación integrada clima-economía se basan en las tasas de absorción de CO₂ preindustriales. Éstas subestiman la vida del CO₂ en la atmósfera debido a que no consideran la saturación de los sumideros de carbono disponibles. En consecuencia, se subestiman importantemente las concentraciones máximas de CO₂ y la persistencia del calentamiento global. Para predecir las tasas de absorción, los modelos de ciclo de carbono deberían considerar la historia previa de las emisiones de CO₂, lo que quizás no se haya hecho por la complicación de cálculo que implica.³⁹ En el mismo sentido, Price (1995) argumenta que el trabajo de Nordhaus (1994) sobreestima la absorción de CO₂ en los océanos.

Las evaluaciones convencionales, como es el caso de los estudios de Nordhaus, ignoran el valor de no-uso de los individuos para la protección de la biodiversidad y los ecosistemas, es más, ignoran en su mayor parte los efectos negativos del calentamiento global en los ecosistemas (Howarth, 1996). Según Birdsall y Steer (1993) los individuos no están dispuestos a dejar un medio ambiente deteriorado; éstos serían valores no económicos de gente viva hoy (que por tanto no se deben descontar) y deberían tenerse en cuenta en el proceso de decisión.⁴⁰

Los modelos climáticos empleados en los estudios son continuos, no reflejan las discontinuidades ni los cambios de equilibrio que puedan darse. Parten de señalar que el cambio en concentraciones de CO₂ en atmósfera lo más probable es que sea suave y marginal (lo que hasta cierto punto puede ser razonable) y pasan a suponer que el cambio climático será uniforme y marginal, y sus impactos suaves y marginales (Pizer, 1996). Esto supone hacer un importante salto cualitativo, obviando cuestiones como la saturación de sumideros y los posibles cambios de equilibrio y discontinuidades que podrían provocar cambios drásticos que contradijeran el movimiento gradual que suponen los modelos. Las corrientes oceánicas y el sistema atmosférico pueden cambiar a equilibrios alternativos,

³⁸ Éste hace referencia al doble efecto positivo, ambiental y de crecimiento del empleo, en caso de que la imposición sobre el CO₂ permita reducir la imposición distorsionante sobre el trabajo.

³⁹ Schultz y Kasting (1997) presentan una parametrización sencilla y comparan sus resultados con los de Nordhaus (1994), obteniendo unas reducciones ‘óptimas’ mayores.

⁴⁰ Por otro lado, critican la ‘manipulación’ del descuento que consideran hace Cline y recomiendan aplicar un descuento alto (8-10%).

produciéndose cambios rápidos y extremos, con impactos catastróficos en algunos casos. Se niega la naturaleza no lineal de la dinámica climática, quizás simplemente para obtener modelos más manejables. Además, las estimaciones generalmente no tienen en cuenta el efecto de la velocidad del cambio: a mayor velocidad, mayor será el impacto. En general tampoco se consideran los efectos de cambios en la variabilidad climática (IPCC, 2001b).

Como se ha comentado anteriormente, en el caso del cambio climático no se dan las condiciones para que los métodos convencionales de gestión de riesgo puedan llevar a asignaciones eficientes. La mayor parte de los modelos asumen que la incertidumbre es modesta y manejable (Weyant *et al.*, 1995). En el cambio climático se dan muchas interacciones entre complejos sistemas naturales y sociales acerca de los cuales no se sabe mucho. Las estructuras de los modelos son inciertas. No reconocer los niveles de incertidumbre e ignorancia en los modelos lleva a resultados erróneos que, en cualquier caso, no deberían ser calificados como ‘óptimos’. Además, los modelos obvian la posibilidad de fenómenos extremos, o simplemente les asocian una probabilidad mínima, cuando en realidad se ignoran tanto los posibles resultados como sus respectivas probabilidades. No se tiene en cuenta un factor que debería ser importante en la toma de decisiones, lo que sesga el resultado hacia un menor control respecto al caso en que sí se tuviera en cuenta. Como afirma Schelling (1992), un seguro contra catástrofes sería motivo suficiente para hacer un sacrificio importante de reducción de emisiones. En este sentido, el valor de la información justifica los esfuerzos en investigación para reducir la incertidumbre sobre la posibilidad de impactos extremos, como se muestra en Peck y Teisberg (1993). Algunos autores opinan que sale a cuenta gastar dinero para mantener la flexibilidad; Lind (1995, 1997) y Dixit y Pyndyck (1994) argumentan que lo mejor no es establecer por una vez y para siempre un curso de actuación comprometiendo al futuro a seguirlo, sino intentar evitar las irreversibilidades, dejando opciones abiertas. No obstante, evitar irreversibilidades puede implicar una muy fuerte actuación del presente en la disminución de la contaminación.

La mayor parte de análisis ignoran que, además de por su impacto en el efecto invernadero, el control de emisiones tiene otros efectos positivos asociados muy importantes (beneficios secundarios). Un mayor control supondría menos externalidades. La reducción en las partículas que acompañan la combustión de combustibles fósiles (como SO_x , NO_x y COV) llevaría a una disminución de la contaminación y a la consiguiente mejora en términos de salud y bienestar. Si esto se tuviera en cuenta, el control de las emisiones así como el ritmo de disminución de éstas sería bastante mayor del

que indican la mayoría de análisis (Ekins, 1996). Igualmente pasaría si se consideraran la congestión o el gasto público provocado por los accidentes de tráfico, como muestra el trabajo de Hakonsen y Mathiesen (1997) en su modelo aplicado a Noruega.

Distintos estudios (e.g. Nordhaus y Yang, 1996; McKibbin *et al.*, 1999; Nordhaus y Boyer, 1999; Hamaide y Boland, 2000) asumen un coste negativo o muy bajo de reducción en países con bajo ingreso y costes marginales de reducción más grandes en países más ricos. El resultado es que, para alcanzar la ‘eficiencia’ global, la mayor reducción debe realizarse en países pobres. No obstante, no existe base teórica o empírica suficiente que apoye estos supuestos, Chapman y Khanna (2000) hacen una fuerte crítica a la supuesta evidencia al respecto. Es evidente que centrar los esfuerzos de control en el tercer mundo no puede llevar a una política ambiental demasiado ambiciosa.

Muchos estudios también suponen que aunque no se actuara se produciría un pico en las emisiones de gases de efecto invernadero a partir del cual éstas disminuirían. Es decir, suponen la existencia de lo que se ha dado a conocer como curva de Kuznets ambiental, lo que haría menos urgente la actuación de control de emisiones, ya que a la larga el problema tendería a disminuir gracias al mismo crecimiento económico. La evidencia en torno a la hipótesis de la curva de Kuznets ambiental en el caso de los gases de efecto invernadero es bastante precaria, los estudios empíricos más bien tienden a refutar esta hipótesis, especialmente para el caso del CO₂ (ver Roca *et al.*, 2001). Aún en el caso más optimista de que la hipótesis fuera cierta, el punto de desvinculación entre presión ambiental y crecimiento económico se daría para niveles demasiado altos de renta y emisiones, lo que no restaría urgencia a las políticas a aplicar (Selden y Song, 1994; Stern *et al.*, 1996). Además, las sucesivas previsiones de emisiones futuras son cada vez menos optimistas (véase los escenarios de emisiones del IPCC, 2000), lo que, si se tuviera en cuenta, modificaría las conclusiones actuales de los análisis.

La mayor parte de los modelos utilizados suponen que el cambio técnico se produce de forma exógena, es decir, que cada año se da una ganancia autónoma de eficiencia energética. Se asumen rápidas mejoras de eficiencia energética (reducciones en la demanda de energía por unidad de producto) independientes del impacto de los precios de la energía. Chapman y Khanna (2000) muestran que entre 1980 y 1996 la intensidad energética se ha mantenido constante a nivel global, con una disminución en los países ricos y un aumento en los países pobres. Luego, la experiencia pasada no justificaría la aplicación de tales supuestos.

Por otro lado, generalmente no se considera la posibilidad de un cambio técnico inducido, determinado de forma endógena por la respuesta de las empresas a las condiciones de mercado. Existe evidencia de que una parte muy importante del cambio técnico en el sector energético es endógeno (Grubb y Walker, 1992). Grubb y Köhler (2000) analizan las consecuencias de asumir uno u otro tipo de cambio técnico. En primer lugar, el cambio técnico inducido puede hacer que el control de emisiones sea mucho más barato a largo plazo. El aprendizaje acumulado (*learning-by-doing*) en tecnologías limpias permitiría bajos o nulos costes de mitigación. En segundo lugar, el supuesto de ganancia autónoma de eficiencia tiende a retardar el control de emisiones, ya que sale a cuenta esperar la aparición de nuevas tecnologías que permitan la reducción a menor coste mientras que el cambio técnico inducido tiende a acelerar el control de emisiones ya que la misma mitigación desarrolla el conocimiento necesario para resolver el problema a bajo coste. Una actuación decidida avanzaría el pico de la curva de Kuznets ambiental a un nivel de emisiones y renta más bajo. En tercer lugar, las externalidades positivas y los beneficios ambientales relacionadas con la innovación serían mucho más importantes en el caso del cambio técnico inducido. Las tecnologías limpias, inducidas por las políticas de mitigación, se difundirían globalmente. Según Grubb y Köhler, los efectos de derrame positivos compensarían sobradamente los efectos negativos de la migración de industrias contaminantes.⁴¹

Chapman y Khanna (2000) destacan otro factor que quizás explicaría por qué los sesgos van siempre en el mismo sentido. La fuente de financiación de las principales evaluaciones económicas integradas de políticas de cambio climático proviene del sector energético “*con la destacable excepción de Nordhaus*”. La motivación de estas organizaciones, que se verían afectadas de forma muy negativa por políticas agresivas de control de emisiones, lleva a poner en tela de juicio su objetividad e independencia.

Por último, hay que señalar que hasta el momento no se han investigado los impactos asociados con el margen máximo de calentamiento estimado por el último informe del IPCC (2001b). Esto también hace suponer que la reducción de emisiones adecuada se habría infraestimado, incluso desde el punto de vista de estos modelos.⁴²

⁴¹ En cuanto a los instrumentos de política, en el caso del cambio técnico inducido los incentivos de mercado a la innovación en sectores relevantes tendrían mucha más importancia.

⁴² Chapman *et al.* (1995) examinan las consecuencias de doblar la concentración de CO₂ en la atmósfera causando mayores temperaturas que las esperadas por Nordhaus.

5. HACIA UN ANÁLISIS INTEGRADO DE LAS POLÍTICAS DE CAMBIO CLIMÁTICO COHERENTE CON EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Como se ha visto en el apartado 3, el análisis económico convencional parte del supuesto de que todos los derechos son del presente y de que cualquier acción para mitigar el cambio climático es un coste para el presente. Este criterio choca frontalmente con la perspectiva del desarrollo sostenible, la cual implica partir de una situación inicial donde el futuro tiene derecho a una capacidad global (ecológica y económica) no deteriorada. No se puede suponer de entrada que cualquier impacto es compensable y por tanto permisible como se asume habitualmente. En el caso del cambio climático, dada la imposibilidad de establecer una compensación adecuada por las incertidumbres, ignorancia, problemas de sustitución, irreversibilidades, cambios no marginales e inconsistencia del descuento temporal que implica, las obligaciones del presente deberían llevar a la *“estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que evite interferencias antropogénicas peligrosas con el sistema climático”*, objetivo último de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, CMNUCC (Artículo 2. Objetivo).⁴³ De esta forma, garantizando sus oportunidades ecológicas, se aseguraría un trato justo al futuro. Las consecuencias de equivocarse son muy peligrosas, si no se actúa a tiempo puede exponerse la Tierra a presiones climáticas sin precedentes que perjudiquen gravemente la capacidad legada al futuro. Por otro lado, el respeto a los derechos del futuro debe hacerse de la forma que implique un menor sacrificio al presente, como establece la CMNUCC *“las políticas y medidas para manejar el cambio climático deberían ser coste-efectivas para asegurar los beneficios globales al menor coste”*.

La obligación de respetar los derechos del futuro conjuntamente con las limitaciones del análisis convencional imponen un análisis de políticas de mitigación que incorpore restricciones en términos de impactos sobre el clima. Las ciencias naturales deben estudiar qué nivel de concentraciones de gases de efecto invernadero y ritmo de calentamiento evitarían *“interferencias antropogénicas peligrosas con el sistema climático.”* Se deben identificar los umbrales a partir de los cuáles se provocan cambios intolerables que comprometan la capacidad global del futuro y que por tanto no están sujetos a compensaciones. El análisis económico, por su parte, debe ayudar a determinar la forma más eficiente de cumplir con el requisito de sostenibilidad.

⁴³ El objetivo continúa: *“Esta estabilización debe conseguirse en un plazo suficiente para permitir a los ecosistemas adaptarse naturalmente, asegurar que la producción de alimentos no peligre y permitir que el desarrollo económico proceda de un modo sostenible”*, CMNUCC (Artículo 2. Objetivo).

En la literatura se han realizado diversos modelos estudiando las sendas coste-efectivas de reducción de emisiones para alcanzar distintos objetivos de concentraciones definidos a priori. Lamentablemente, la mayoría no se han preocupado en cómo determinar cuál es el nivel de concentraciones adecuado o coherente con el desarrollo sostenible, ni en intentar incorporar toda la información relevante para la toma de decisiones, sino que se han presentado como simples ejercicios técnicos de minimización de costes. Anteriormente se han visto los muchos problemas que mantienen estos modelos, con la consecuencia de que algunos implican incluso una menor reducción de emisiones a corto plazo que la optimización del análisis coste-beneficio (como p. ej. el análisis de Richels y Edmonds, 1995). Hammitt (1999) muestra, para distintas metas de concentración, la menor agresividad a corto plazo de estos modelos. Esto se ha explicado por las siguientes causas: evitar retirar prematuramente el estoc de capital existente; existencia de sumideros que implican que la proporción de CO₂ quedándose en la atmósfera es menor para las primeras emisiones; progreso tecnológico, que hace que en el futuro sea más barato reducir emisiones; y por el descuento, que hace que el valor presente de los costes sea menor si se retrasa la reducción (Wigley *et al.*, 1996). No obstante, estas explicaciones son muy cuestionables y ponen en duda la validez de los resultados de los modelos. Ya se ha visto que si se asume que el cambio técnico es inducido y no exógeno como se hace habitualmente, es mejor reducir a corto plazo (Grubb y Köhler, 2001). Además, si el cambio técnico inducido es importante, las políticas a corto plazo para reducir las emisiones (con incentivos de mercado o con restricciones en emisiones o tecnologías) acelerarían el desarrollo de los cambios que reducirían el coste de mitigar el cambio climático. Grubb (1997) pone en duda la oportunidad de retrasar la renovación del capital y argumenta que esto incluso podría suponer mayores costes totales, al retrasar la innovación que permite reducir los costes. En los resultados también influye que, en general, no se tienen en cuenta los impactos de distintos ritmos de aumento de temperatura, así como las discontinuidades y posibles cambios de equilibrio. Si se tuvieran en cuenta, muy posiblemente se pondría en cuestión la idoneidad de saturar los sumideros prematuramente que señalan estos modelos. A ello se suma la inconsistencia, ya indicada, que supone aplicar el descuento en problemas intergeneracionales. En resumen, un modelo enfocado a objetivos no tiene por qué implicar una menor reducción a corto plazo que el análisis coste-beneficio convencional, como se tiende a señalar. Más bien al contrario, si es que se pretende que el objetivo sea coherente con el desarrollo sostenible.⁴⁴

⁴⁴ Como muestra Grubb (1997) “*para cada argumento que se ha avanzado para justificar retrasar las*

Uno de los enfoques que quizás haya ido más lejos en la línea de buscar un análisis integrado coherente con el desarrollo sostenible es el que se ha denominado enfoque de las ventanas tolerables (*tolerable windows approach*, TWA), explicado en Petscher-Held *et al.* (1999), Yohe (1999) y Dowlatabadi (1999). El TWA, a partir de las restricciones en cambios permisibles, impone limitaciones hacia atrás en el ritmo de calentamiento, el nivel de concentraciones, las sendas de emisiones y finalmente los instrumentos políticos.⁴⁵ El análisis permite considerar distintos tipos de información, no requiere convertir todo en dinero y tiene en cuenta cuestiones distributivas y valoraciones no expresables en mercados (ignoradas en la mayoría de modelos). Como afirman Petscher-Held *et al.* (1999) se clarifica explícitamente la frontera entre ciencias naturales (análisis causal del sistema climático) y política (juicios sobre cambios tolerables). De esta manera (si el análisis se hace correctamente) no se utiliza la sofisticación del modelo para esconder los juicios de valor, como ocurre con otros análisis. El enfoque ayuda a identificar las metas de la política climática y a determinar una senda de emisiones futuras con la seguridad de que sus impactos serán tolerables. Mediante el TWA, la obligación de preservar el medio natural para las generaciones futuras que se asume en este trabajo se puede convertir en restricciones cuantitativas en políticas.

Hay quien como Hasselmann (1999) ha criticado que el enfoque orientado a metas de estabilización es inconsistente con determinar la asignación óptima de todos los recursos. No obstante, esta crítica parte de la base, propia del análisis convencional, de no otorgar ningún derecho al futuro. La función de bienestar social que pretende maximizar Hasselmann no incluye adecuadamente los intereses de las generaciones futuras, sino que simplemente considera las preferencias de las generaciones presentes y su valoración de los impactos futuros. Incluso Nordhaus (1997), autor del más conocido modelo de optimización neoclásico, ve una clara oposición entre la optimalidad económica y el desarrollo sostenible y sugiere el establecimiento previo de objetivos fijos a los niveles permisibles de cambio climático, y por tanto a las concentraciones o emisiones de gases de efecto invernadero.

No obstante, una grave limitación de la mayor parte de análisis coste-efectividad realizados es que han renunciado a tener en cuenta los impactos a corto o medio plazo,

restricciones de emisiones, existen contra argumentos que podrían utilizarse apoyando un control de emisiones a corto plazo” (p. 159).

⁴⁵ Petscher-Held *et al.* (1999) recalcan que la temperatura media global en los milenios anteriores no ha sido más de 2°C superior y en el periodo la temperatura ha variado lentamente. Esto lo convierten en ventanas tolerables para el incremento en (2°C) y la tasa de cambio (0,2°C por década) de temperatura global.

centrándose únicamente en el objetivo final a largo plazo. Esto podría retrasar la reducción, ya que las emisiones a corto plazo se podrían compensar con reducciones mayores a largo plazo, cosa que no ocurre bajo la óptica del análisis coste-beneficio convencional que sí considera estos impactos (Grubb, 1997). Los sacrificios que implica la reducción a corto y largo plazo se contabilizan bajo ambos análisis, pero las consecuencias a corto o medio plazo de las emisiones sólo se cuentan bajo el análisis coste-beneficio, ya que el análisis coste efectividad sólo considera el beneficio final que supone la estabilización de emisiones. Desde la perspectiva del desarrollo sostenible esto sería incorrecto. El establecimiento de límites que aseguren que los impactos del cambio climático no pongan en peligro la capacidad global a disfrutar por las generaciones futuras, no debe implicar que se dejen de tener en cuenta los distintos impactos que se pueden causar y se intenten asignar los recursos de la forma más adecuada posible en la determinación de la senda de emisiones a seguir, como lamentablemente ocurre en la mayoría de análisis de coste-efectividad realizados (incluyendo los TWA). Partiendo de la situación donde no existe derecho natural a contaminar, cualquier impacto del cambio climático sobre el futuro implica una alteración de la dotación a disfrutar por las generaciones futuras, y por tanto un intercambio de derechos entre generaciones que no debe ser perjudicial para el futuro y debe ser tenido en cuenta en la determinación de las políticas adecuadas.

El reconocimiento de una estructura de derechos como la que implica nuestra concepción del desarrollo sostenible, convierte cualquier impacto que disminuya la capacidad del futuro en una obligación del presente. En este sentido, una vez se evita cualquier tipo de impacto intolerable (y por tanto no susceptible de ser compensado), se debe contabilizar y hacer efectiva la compensación por cualquier deuda ecológica asumida con el futuro por la contaminación presente, y la compensación monetaria podría no ser la más adecuada. Se debe recoger la información necesaria para determinar qué impactos serían intolerables y se debe crear el entramado institucional capaz de articular las compensaciones por los impactos climáticos causados de forma que éstas lleguen al futuro (Padilla, 2001). Se lograría así a una asignación adecuada de los recursos muy diferente a la del análisis convencional, donde no se otorgan derechos a las generaciones futuras.

En la determinación de la senda adecuada debe ser tomada en cuenta toda la información disponible, no únicamente el esfuerzo económico de reducir emisiones. No obstante, para esto no es suficiente con la modificación del análisis coste-beneficio (considerando la existencia de generaciones y las restricciones en impactos tolerables), sino que éste se debería incorporar dentro de un proceso de evaluación integrado donde se

tengan en cuenta todas las variables relevantes para la sociedad, no únicamente las que pueden ser valoradas monetariamente. El análisis coste-beneficio sería un instrumento más para aportar la información necesaria para una toma de decisiones informada. No se conocen todos los costes y beneficios, y muchos de los impactos son poco factibles de ser expresados en términos monetarios. Quizás sea más razonable intentar obtener soluciones que se puedan considerar satisfactorias o adecuadas utilizando toda la información disponible, que la pretensión del análisis convencional de obtener puntos óptimos en el margen a partir de unos modelos basados en supuestos irreales e incapaces de reflejar todas las facetas del problema.

Una política de mitigación del cambio climático coherente con el desarrollo sostenible no sólo protegería los intereses de las generaciones futuras sino los derechos de todos los seres vivos de la tierra.

6. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se ha realizado una revisión crítica a las limitaciones de los modelos de evaluación empleados en el problema del cambio climático. Una primera conclusión del trabajo es que la aplicación de los criterios del análisis coste-beneficio convencional, como son el descuento y el criterio de compensación de Kaldor-Hicks, pierde sentido en el caso del cambio climático. Se violan buena parte de los supuestos que justificarían su uso: impactos marginales; posibilidad de valorar toda la información relevante en términos monetarios y por tanto certeza sobre los impactos y la posibilidad de sustituir cualquier bien o servicio; efecto ingreso negligible; o distribución equitativa de los recursos, entre otros. El análisis convencional parte, además, del supuesto de que existe el derecho natural a contaminar e incluso destruir el sistema climático. El presente trabajo rechaza que esta premisa sea adecuada y sugiere un planteamiento alternativo donde el futuro tenga el derecho a un sistema climático no deteriorado, y por tanto el presente tenga la obligación de evitar o compensar cualquier alteración de éste. No se puede pretender que la política del cambio climático sea una simple cuestión de equilibrar costes y beneficios marginales.

Si embargo, los problemas del análisis económico del cambio climático no se han limitado a los que conlleva aplicar el análisis convencional a cuestiones con la complejidad de este fenómeno. La mayoría de estudios han tendido a incorporar juicios de valor y supuestos arbitrarios, o incluso a obviar buena parte de la información relevante, con la particularidad de que esto casi siempre ha contribuido a sesgar los resultados hacia la

conclusión de que el cambio climático no es un problema que requiera una actuación urgente.

El trabajo señala que, para un análisis más adecuado de las políticas a aplicar en el cambio climático, es necesario tener en cuenta adecuadamente cuestiones como el cambio técnico, los efectos asociados de disminución de contaminación, el reconocimiento de la incertidumbre e ignorancia acerca de los impactos, la posibilidad de impactos catastróficos, así como la incorporación del conocimiento creciente sobre el fenómeno y las complejas interacciones entre sistemas sociales, ecológicos y geofísicos que implica. En la evaluación de las políticas adecuadas debe tenerse en cuenta toda la información relevante. En todo caso, debe hacerse de la forma más clara y transparente posible, sin utilizar la complejidad de los modelos para esconder juicios de valor sobre factores cuestionables y ocultar elementos determinantes para la toma de decisiones, como se ha hecho en gran parte de los análisis realizados. Bien al contrario, el análisis debe servir para clarificar cuáles son los conflictos (*trade-offs*) y las elecciones a hacer en el problema del cambio climático. Amparándose en el formalismo matemático y la pretendida ausencia de juicios de valor, los análisis coste-beneficio han tendido a esconder más que a mostrar las elecciones a hacer en el cambio climático.

La evaluación integrada debe permitir aumentar el conocimiento del fenómeno a través del mismo proceso. La recolección de información, el estudio de alternativas, la estimación de impactos y el conocimiento de los parámetros críticos deben llevar una mejor posición para una toma de decisiones informada. El análisis integrado debe servir para sintetizar el conocimiento y las incertidumbres existentes y llegar a una mejor comprensión de la situación y de las posibilidades que existen. Los modelos de evaluación integrados podrían utilizarse además para explorar las implicaciones de diferentes supuestos sobre valores, visiones culturales y criterios de decisión (Schneider, 1997; Jansen y de Vries, 1998).

No obstante, aunque se elaboren modelos que determinen las políticas adecuadas, coherentes con el desarrollo sostenible, es necesario que se establezcan las instituciones capaces de establecer programas de control de emisiones con garantías de que se mantengan en el tiempo y de encargarse de establecer las transferencias y compensaciones que se consideren adecuadas. No tiene sentido que los modelos busquen las políticas globales adecuadas si no existen instituciones con la capacidad de aplicarlas. Estas instituciones deben ser capaces de alcanzar compromisos de reducción de emisiones por parte de los distintos países en función de su capacidad y su responsabilidad en el

problema. Es urgente la adopción de compromisos internacionales que vayan más allá del protocolo de Kyoto y del descafeinado acuerdo de Bonn 2001 respecto a su aplicación. Es indispensable que estas instituciones tengan la capacidad de sancionar las prácticas de los ‘free-riders’ de la atmósfera, eliminando los fuertes incentivos de los países a incumplir los acuerdos. La práctica desaparición de sanciones creíbles (además de la amplia consideración que se hace de los sumideros naturales) del acuerdo final de Bonn cuestiona seriamente su eficacia.

De nuevo, hay que señalar que la financiación del paso a un desarrollo sostenible debe correr a cargo de quienes han acumulado esta deuda a lo largo de muchos años. Los pobres están sufriendo y sufrirán con más crudeza los impactos del cambio climático, mientras que algunos países han ocupado y ocupan mucho más espacio ambiental en términos de emisiones históricas de CO₂ del que les correspondería en términos per cápita (véase Alcántara y Roca, 1999). Los países ricos tienen la obligación moral de pagar la deuda ecológica contraída al haber expropiado y destruido el derecho de los países pobres a un clima no deteriorado. Por último, desde un punto de vista ético, a largo plazo no se puede justificar otro criterio de reparto de derechos de emisión que el que dé el mismo derecho a cada ser humano (presente o futuro). El reparto en función de la emisión per cápita actual, como se establece en los acuerdos alcanzados, premia fuertemente a los que más ha contribuido al problema, lo que es claramente injusto.

7. REFERENCIAS

- Aguilera Klink, F. (1992) “El fin de la tragedia de los comunes”, *Ecología Política*, Vol. 3, pp. 137-147.
- Alcántara, V., y Roca, J. (1999) “CO₂ emissions and the occupation of the ‘environmental space’. An empirical exercise”, *Energy Policy*, Vol. 27, pp. 505-508.
- Arrhenius, S. (1896) “On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground”, *Philosophical Magazine*, Vol. 41, pp. 237-277.
- Azar, C. (1999) “Weight factors in cost-benefit analysis of climate change”, *Environmental and Resource Economics*, Vol. 13, pp. 249-268.
- Azar, C. (2000) “Economics and distribution in the greenhouse”, *Climatic Change*, Vol. 47, pp. 233-238.
- Birdsall, N. y Steer, A. (1993) “Act now on global warming –but don’t cook the books”, *Finance and Development*, Vol. 30, pp. 6-8.

- Chakravorty, U., Roumasset, J., y Tse, K. (1997), “Endogenous substitution among Energy resources and global warming”, *Journal of Political Economy*, Vol. 105, pp. 1201-1234.
- Chapman, D. y Khanna, N. (2000) “Crying no wolf: why economists don’t worry about climate change, and should.”, *Climatic Change*, Vol. 47, pp. 225-232.
- Chapman, D., Suri, V. y Hall, S.G. (1995) “Rolling DICE for the future of the planet”, *Contemporary Economic Policy*, Vol. 13, pp. 1-9.
- Chichilnisky, G. y Heal, G. (1993) “Global environmental risks”, *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 7, pp. 65-86.
- Cline, W.R. (1992) *The Economics of Global Warming*. Insitute for International Economics, Whashington, DC.
- Cline, W.R. (1996) “The impact of global warming on agriculture: comment”, *American Economic Review*, Vol. 86, pp. 1309-1311.
- Dixit, A.K. y Pyndyck, R.S. (1994) *Investment Under Uncertainty*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Dowlatabadi, H. (1999) “Climate change thresolds and guardrails for emissions”, *Climatic Change*, Vol. 41, pp. 297-301.
- Ekins, P. (1996) “The secondary benefits of CO₂ abatement: how much emission reduction do they justify?”, *Ecological Economics*, Vol. 16, pp. 13-24.
- Emanuel, K.A. (1987) “The dependence of hurricane intensity on climate”, *Nature*, Vol. 326, pp. 483-485.
- Fankhauser, S. (1994) “The social costs of greenhouse emissions: An expexted value approach”, *Energy Journal*, Vol. 15, pp. 157-184.
- Fischhoff, B. (1991) “Value elicitation: is there anything in there?”, *American Psychologist*, Vol. 46, pp. 835-847.
- Grubb, M. (1997) “Technologies, energy systems and the timing of CO₂ emissions abatement. An overview of economic issues”, *Energy Policy*, Vol. 25, pp. 159-172.
- Grubb, M. y Köhler, J. (2000) “Induced technical change: Evidence and implications for energy-environmental modelling and policy”, Working Paper 0031, Department of Applied Economics, Cambridge University.
- Grubb, M. y Walker, J. (1992) *Emerging Energy Technologies: Impacts and Policy Implications*. Royal Institute of International Affairs, London.

- Hakonsen, L. y Mathiesen, L. (1997) “CO₂-Stabilization may be a No-Regrets Policy. A General Equilibrium Analysis of the Norwegian Economy”, *Environmental and Resource Economics*, Vol. 9, pp. 171-198.
- Hamaide, B. y Boland, J. J. (2000) “Benefits, costs, and cooperation in greenhouse gas abatement”, *Climatic Change*, Vol. 47, pp. 239-258.
- Hammitt, J.K. (1999) “Evaluation endpoints and climate policy: atmospheric stabilization, benefit-cost analysis, and near-term greenhouse-gas emissions”, *Climatic Change*, Vol. 41, pp. 447-468.
- Hardin, G. (1968) “The tragedy of the commons”, *Science*, Vol. 162, pp. 1243-1248.
- Hasselmann, K. (1999) “Intertemporal accounting of climate change – Harmonizing Economic Efficiency and Climate Stewardship”, *Climatic Change*, Vol. 41, pp. 333-350.
- Hernández Álvarez, F. (1999) “El efecto invernadero” en Hernández Álvarez, F. (Coord.) *El calentamiento global en España. Un análisis de sus efectos económicos y ambientales*, CSIC, Madrid, pp. 1-14.
- Howarth, R.B. (1996) “Climate change and overlapping generations”, *Contemporary Economic Policy*, Vol. 14, n. 4, pp. 100-111.
- IPCC (1996) *Climate Change 1995: The Science of Climate Change*, Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC (2000) *Escenarios de Emisiones. Resumen para responsables de política*. Informe especial del Grupo de Trabajo III del IPCC. En <http://www.ipcc.ch>
- IPCC (2001a) *Climate Change 2001: The Scientific Basis: Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report. Summary for Policymakers*. En <http://www.ipcc.ch>
- IPCC (2001b) *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report. Summary for Policymakers*. En <http://www.ipcc.ch>
- Jansen, M. y de Vries, B. (1998) “The battle of perspectives: A multi-agent model with adaptative responses to climate change”, *Ecological Economics*, Vol. 26, pp. 43-65.
- Kahneman, D. y Tversky, A. (1979) “Prospect theory: An analysis of decision under risk”, *Econometrica*, Vol. 47, pp. 363-391.
- Lave, L.B. y Dowlatabadi, H. (1993) “Climate change policy: the effects of personal beliefs and scientific uncertainty”, *Environmental Science Technology*, Vol. 27, pp. 1962-1972.

- Lind, R.C. (1995) "Intergenerational equity, discounting, and the role of cost-benefit análisis in evaluating global climate policy", *Energy Policy*, Vol. 23, pp. 379-389.
- Lind, R.C. (1997) "Intertemporal equity, discounting, and economic efficiency in water policy evaluation", *Climatic Change*, Vol. 37, pp. 41-62.
- Manne, A.S. y Richels, R.G. (1992) *Buying Greenhouse Insurance: The Economic Costs of Carbon Dioxide Emisión Limits*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Manne, A.S. y Richels, R.G. (1999) "The Kyoto protocol: A cost effective strategy for meeting environmental objectives?", *Energy Journal*, Special Issue: The Costs of the Kyoto Protocol – A Multi-model Evaluation, pp. 1-23.
- Manne, A., Mendelsohn, R. y Richels, R. (1995) "MERGE – A model for evaluating regional and global effects of GHG reduction policies", *Energy Policy*, Vol. 23, pp. 17-34.
- Martínez Alier, J. (1998) "Deuda ecológica vs. deuda exterma". En <http://www.cosmovisiones.com/DeudaEcologica/>
- McKibbin, W.J., Ross, M.T., Shackleton, R. y Wilcoxon, P.J. (1999) "Emissions trading, capital flows and the Kyoto protocol", *Energy Journal*, Special Issue: The Costs of the Kyoto Protocol – A Multi-Model Evaluation, pp. 287-333.
- Mendelsohn, R., Nordhaus, W.D. y Shaw, D. (1994) "The impact of global warming on agriculture: A Ricardian analysis", *American Economic Review*, Vol. 84, pp. 753-771.
- Mohr, E. (1995) "Greenhouse policy persuasion: towards a positive theory of discounting the climate future", *Ecological Economics*, Vol. 15, pp. 235-245.
- Morgan, M. G., Kandlikar, M., Risbey, J. y Dowlatabadi, H. (1999) "Why conventional tools for policy analysis are often inadequate for problems of global change", *Climatic Change*, Vol. 41, pp. 271-281.
- National Academy of Sciences (1991) *Carbon Dioxide and Climate: A Scientific Assessment*. National Academy Press, Washington, DC.
- National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) (1993) "Report of the NOAA panel on contingent valuation", *Federal Register* 58, January 15, pp. 4601-4614.
- Neumayer, E., (1999) *Weak versus Strong Sustainability. Exploring the Limits of Two Opposing Paradigms*. Edward Elgar, Cheltenham.
- Nordhaus, W.D. (1993) "Rolling the "DICE": An optimal transition path for controlling greenhouse gases", *Resource and Energy Economics*, Vol. 15, pp. 27-50.

- Nordhaus, W. D. (1994) *Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Nordhaus, W.D. (1997) "Discounting in economics and climate change", *Climatic Change*, Vol. 37, pp. 315-328.
- Nordhaus, W.D. y Boyer, J.G. (1999) *Roll the DICE Again: Economic Models of Global Warming*. Yale University, MIT Press, Cambridge, MA.
- Nordhaus, W. D. y Yang, Z. (1996) "A regional dynamic general-equilibrium model of alternative climate-change strategies", *American Economic Review*, Vol. 86, pp. 741-765.
- Padilla Rosa, E. (2001) "Capítulo V. Equidad intergeneracional y sostenibilidad", en Dubois, A., Millán, J.L. y Roca, J. (Coords.) *Capitalismo, desigualdad y degradación ambiental*, Icaria Editorial, Barcelona, pp. 129-152.
- Padilla, E. (2002) "Intergenerational equity and sustainability", *Ecological Economic*, en prensa.
- Pearce, D. (1991) "The role of carbon taxes in adjusting to global warming", *Economic Journal*, vol. 101, pp. 938-948.
- Pearce, D. (1999) "Economic analysis of global environmental issues: global warming, stratospheric ozone and biodiversity" en van den Bergh, J.C.J.M. (Ed.) *Handbook of environmental and resource economics*, Edward Elgar, Cheltenham.
- Pearce, D., Cline, W.R., Achanta, A.N., Fankhauser, S., Pachauri, R.K., Tol, R.S.J. y Vellinga, P. (1996) *The Social Costs of Climate Change: Damages and Benefits of Control*, Intergovernmental Panel of Climate Change: Working Group III Report, Cambridge University Press, Cambridge.
- Peck, S.C. y Teisberg, T.J. (1992) "CETA: a model for carbon emissions trajectory assessment", *Energy Journal*, Vol. 13, pp. 55-77.
- Peck, S.C. y Teisberg, T.J. (1993) "Global warming uncertainties and the value of information: an analysis using CETA", *Resource and Energy Economics*, Vol. 15, pp 71-97
- Peck, S.C. y Teisberg, T.J. (1994) "Optimal carbon emissions trajectories when damages depend on the rate or level of global warming", *Climatic Change*, Vol. 28, pp. 289-314.
- Peck, S.C. y Teisberg, T.J. (1999) "CO₂ emissions control agreement: incentives for regional participation.", Special Issue: The Costs of the Kyoto Protocol – A Multi-Model Evaluation, *Energy Journal*, pp. 367-390.

- Petschel-Held, G., Schellnhuber, H.-J., Bruckner, T., Tóth, F., y Hasselmann, K. (1999) "The tolerable windows approach: Theoretical and methodological foundations", *Climatic Change*, Vol. 41, pp. 303-331.
- Pizer, W.A. (1996) *Optimal Choice of Instrument and Stringency under Uncertainty: Dynamic General Equilibrium Analysis of Climate Change Policy*, Resources for the future, Whashington DC.
- Price, C. (1995) "Emissions, concentrations and disappearing CO₂", *Resource and Ecnergy Economics*, Vol. 17, pp. 87-97.
- Rabl, A. (1996) "Discounting o long-term costs: What would future generations prefer us to do?", *Ecological Economics*, Vol. 17, pp. 137-145.
- Ramos, J. (1999) *Análisis de Costo-Efectividad de la Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Área Metropolitana de Barcelona*. Trabajo de Investigación, programa de doctorado en ciencias ambientales.
- Richels, R. y Edmonds, J. (1995) "The economics of stabilizing atmospheric CO₂ concentrations", *Energy Policy*, Vol. 23, pp.373-378.
- Roca, J., Padilla, E, Farré, M. y Galletto, V. (2001) "Economic groth and atmospheric pollution in Spain: discussing the environmental Kuznets curve hipotesis", *Ecological Economics*, Vol. 39, n. 1, pp 85-99.
- Rosenzweig, C. y Parry, M.L. (1994) "Potential impact of climate change on world food supply", *Nature*, Vol. 367, pp. 133-138.
- Rotmans, J., Dowlatabadi, H., Fialr, J.A. y Parson, E.A. (1998) "Integrated assessment of climate change: evaluation of methods and strategies", en Rayner, E. y Malone, E.L. *Human Choice and Climate Change*, Capítulo 10, Batelle Press, Columbus.
- Schelling, T.C. (1992) "Some economics of global warming", *American Economic Review*, Vol. 82, pp. 1-14.
- Schelling, T. C. (1995) "Intergenerational discounting", *Energy Policy*, Vol. 23, pp. 395-401.
- Schneider, S.H. (1997) "Integrated assessment modelling of global climate change: Tranparent rational tool for policy making or opaque screen hiding value-laden assumptions", *Environmental Model Assessment* , Vol. 2, pp. 229-248.
- Schultz, P. A., y Kasting, J. F. (1997) "Optimal reductions in CO₂ emissions.", *Energy Policy*, Vol. 25, pp. 491-550.

- Selden, T.M. y Song, D. (1994) "Environmental quality and development: is there a Kuznets curve for air pollution estimates?", *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 27, pp. 147-162.
- Simon, H. (1945) *Administrative Behavior*. Alfred A. Knopf, New York.
- Stern, D.I., Common, M.S. y Barbier, E.B. (1996) "Economic growth, trade and the environment: implications for the environmental Kuznets curve", *World Development*, Vol. 24, pp. 1151-1160.
- Tol, R.S.J. y Fankhauser, S. (1997) "On the representation of impact in integrated assessment models of climate change", Vrije Universiteit, Ámsterdam, Abril.
- Weyant, J. (1993) "Costs of reducing global carbon emissions", *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 7, pp. 27-46.
- Weyant, J. (1997) "Insights for integrated assessment", IPCC Asia-Pacific Workshop on Integrated Assessment Models, Tokio, March 10-12.
- Weyant, J., Davidson, O., Dowlatabadi, H., Edmonds, J., Grubb, M., Parson, E. A., Richels, R., Rotmans, J., Shukla, P. R., Tol, R. S. J., Cline, W. y Fankhauser, S. (1995) "Integrated assessments of climate change: An overview and comparison of approaches and results" En *IPCC Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, p.448.
- Wigley, T.M. L., Richels, R., y Edmonds, J. A. (1996) "Economic and environmental choices in the stabilization of atmospheric CO₂ emissions", *Nature*, Vol. 379, pp. 240-3.
- World Commission on Environment and Development (WCED) (1987) *Our Common Future*. Oxford University Press, Oxford.
- Yohe, G.H. (1999) "The tolerable windows approach: lessons and limitations", *Climatic Change*, Vol. 41, pp. 283-295.